



“АэроКомпозит-Ульяновск”: углеродные ленты в манипуляторе автоматизированной установки

## Вездесущая “цифра”, или Цифровые технологии повышают производительность и качество производства на предприятиях ОАК

**В**след за переходом на безбумажные технологии проектирования и новые материалы при выпуске самолетов, а также сведением к минимуму функций непосредственно экипажа современного самолета автоматизация в авиастроительной отрасли начинает стремительно проникать и в процесс производства. К 2017 году на заводах ПАО “Объединенная авиастроительная корпорация” (ОАК) введены в эксплуатацию около 50 промышленных роботов, которые лучше справляются с производственными задачами, чем люди, а по производительности готовы заменить целые смены высококвалифицированных сотрудников.

### *Безлюдный Ульяновск*

По соотношению площади заводской столовой к общей площади производственных помещений авиационный завод “АэроКомпозит-Ульяновск” претендует на лидерство среди более чем 30 заводов ОАК. В небольшой кантине – всего двенадцать компактных столов на четыре человека каждый. Сотрудников, задействованных на производственных участках, можно пересчитать по пальцам – это связано с автоматизацией производства, где большую часть технологических этапов выполняют роботизированные установки. Похожая картина на участке по сборке панелей фюзеляжа и дверей-

люков для гражданского самолета МС-21 на ульяновском авиастроительном заводе “Авиастар-СП”.

“АэроКомпозит-Ульяновск” и “Авиастар-СП” – современные производства, где точность изготовления конструкций и их качество обеспечивают машины.

### *Машины: нечеловеческая сила*

Когда попадаешь в цеха открытого два года назад завода “АэроКомпозит-Ульяновск”, сразу же ощущаешь особую культуру производства. Работа с изготовлением композитных агрегатов для авиации подразумевает ряд правил, которые должен

неукоснительно выполнять специалист производственного участка. Так, для выполнения тех немногих операций, которые выполняются вручную, сотрудникам выдаются специальные антистатические перчатки. Они предотвращают попадание органики с человеческих рук на композитный материал, что критично для технологии.

Но самое главное – робототехника в разы повышает производительность, поскольку современные автоматизированные комплексы берут на себя большую часть работы. Если бы работа производилась вручную, то на ее выполнение потребовалось бы в пять раз больше рабочих и в два раза больше времени.

Практически весь процесс передан машинам. Робот выкладывает панели кессона крыла, центроплан. Специальная автоматическая тележка доставляет в чистую комнату и увозит из нее в другие цеха агрегаты. Здесь же машины выполняют самый ответственный технологический процесс – формирование композитного кессона. Манипулятор выкладывает углепластиковые ленточки с 12 бабин в десятки слоев ткани, а затем лазерный луч спаивает слои и формирует кессон.

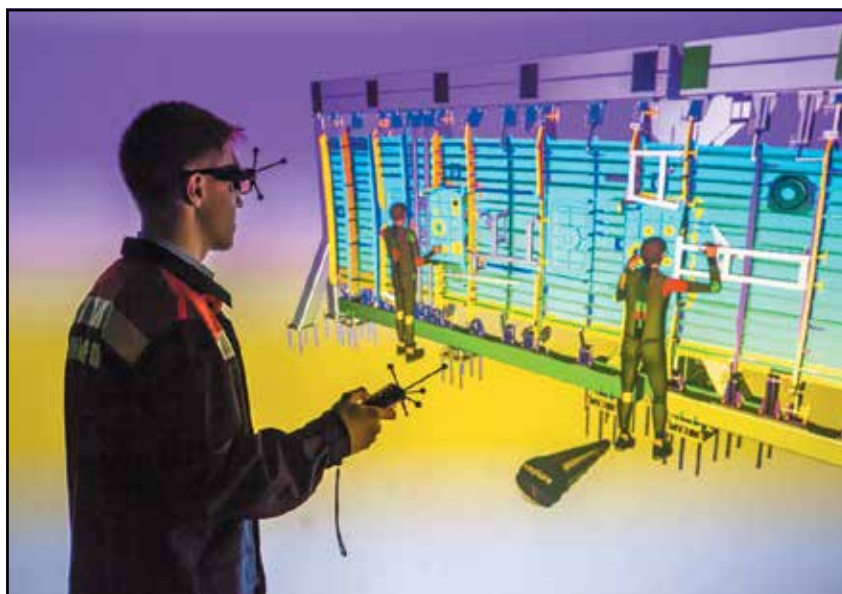
Трехтонную заготовку тоже переворачивает робот. Автоматика также сама отслеживает качество выполненных работ, проводя неразрушающий контроль.

Отметим, что использование композитов дало возможность на треть, до 18 м, удлинить консоль крыла среднемагистрального лайнера МС-21, что позволяет добиться улучшения топливной эффективности лайнера на 6-7%.

## Воздушная подушка для робота

Если большую часть технологического оборудования на заводе “АэроКомпозит-Ульяновск” уже установили, то на заводе “Авиастар-СП” цеха по выпуску панелей фюзеляжа, дверей и люков еще дооснащаются современными роботами.

Летом этого года был смонтирован самый сложный агрегат – робот для разделки отверстий при сборке кия стабилизатора МС-21.



Детально разглядеть изготавливаемый агрегат со всех сторон позволяют 3D-очки



Перемещение автоматизированных передвижных платформ на “АэроКомпозит-Ульяновск”



Скоро разделку отверстий при сборке кия стабилизатора МС-21 на “Авиастар-СП” возьмет на себя робот



Агрегат будет выполнять одну из самых трудоемких операций – сверление отверстий в композитном материале и металле хвостового оперения лайнера. Отверстий требуется около 8000.

Новый станок – типичный пример оборудования “безлюдной” фабрики. Машина на воздушной подушке сама передвигается по цеху. На сборочной линии хвостового оперения для нее оборудовано несколько рабочих мест. Робот сам позиционируется, подъезжает к агрегату для сверления, сверлит и зенкует деталь. Он может работать с пятью различными материалами, как по отдельности, так и в разных сочетаниях – углепластиковым композитом, титаном, сталью.

Агрегат отличается высокой технологичностью, что позволяет точно соблюдать геометрию отверстий. Робот хорош и тем, что безукоризненно обрабатывает композит. В противном случае, несоблюдение технологии сверления может приводить к расслаиванию материала. Кроме того, использование традиционного метода обработки привело бы к необходимости набора большого количества сотрудников, которым пришлось бы работать в две-три смены.

## **Перестать травить**

Высокий уровень оснащения роботами предприятия стал возможен благодаря переходу на бумажные методы проектирования. После незначительных изменений конструкторская документация доводится до технологов и в виде задания передается на станки.

Весной этого года на “Авиастар-СП” прошла замена стандартной технологии химического травления на зеркальное фрезерование. Вместо кислоты заданную толщину теперь вытачивает новый станок.

Станок зеркального фрезерования предназначен для изготовления обшивок для лайнеров МС-21. Механическая обработка предпочтительнее для данных деталей, потому что в итоге получается более стабильная толщина, нет разрыхленной поверхности, как после химфрезы, повышается ресурс изделия.

Изготовление обшивки методом механической обработки взамен химфрезерования заложено в конструкторской документации МС-21. Это позволит увеличить конкурентоспособность самолета по сравнению с другими авиалайнерами данного класса.

Процесс классического размерного химического травления (РХТ) был внедрен “исторически” и работал длительное время – десятки лет. Однако этот метод является экологически неблагоприятным, потому что используются химия и кислоты в больших объемах. Эти же факторы оказывают вредное воздействие и на детали, поверхность которых имеет разрыхленную структуру. Процесс РХТ обшивки требует около пяти рабочих дней, а аналогичная работа на станке Torres займет лишь 8 часов.

Монтаж оборудования для зеркального фрезерования был завершен летом 2017 года, после чего стартовал этап пуско-наладочных работ, а также введение в эксплуатацию.

Одной из основных задач механической обработки алюминиевых фюзеляжных панелей является снижение их веса за счет уменьшения толщины. Именно поэтому в настоящее время широко применяются специальные многокоординатные обрабатывающие комплексы, отличающиеся использованием различных способов закрепления тонкостенных листовых заготовок обшивок планера.

## **“Цифра” вместо плазово-шаблонного метода**

В рамках реализации программы технического перевооружения на заводе “Авиастар-СП” осваивается уникальная технология по сборке сварных трубопроводов воздушных судов. Стапель для сборки трубопроводов УСП-21 позволяют перейти от традиционной плазово-шаблонной сборки к сборке авиационных трубопроводов по электронным цифровым моделям, разработанным специалистами предприятия.

“В вопросе внедрения новой технологии сборки авиационных трубопроводов по электронным циф-

ровым моделям наш завод является своего рода первопроходцем среди предприятий ОАК. Разработка данного ноу-хау велась компанией “Нью Лайн Инжиниринг” в течение нескольких лет”, – рассказывает заместитель технического директора “Авиастар-СП” Илья Терехин.

Традиционный метод сборки самолетных деталей предполагает наличие эталона как носителя информации о геометрии трубопровода, взаимном расположении его составных элементов. Вокруг эталона рабочий располагает фиксирующие элементы на подвижных стойках универсального сборочного приспособления (УСП), жестко фиксирует их в пространстве, а затем в образованной этими стойками геометрии позиционирует элементы, идущие на трубопровод.

Если учитывать, что количество трубопроводов самых разных конфигураций исчисляется тысячами, то “первая статья” издержек предприятия вполне очевидна: для хранения эталонов трубопроводов дополнительно требуются огромные площади. При этом трудоемкими являются как процессы изготовления самих эталонов, так и технологические операции выставления в стапеле готовых элементов самолетных трубопроводов.

Стапель для сборки трубопроводов по цифровым моделям УСП-21 состоит из заново разработанных шестиосевых механических стоек и системы технического зрения, которая отслеживает положение каждой из них в пространстве. Технолог сначала создает карту сборки в CAD-программе, определяя как должны быть выставлены стойки в пространстве, чтобы создать нужную геометрию для сборки элементов. Далее карта отправляется в компьютеризированную систему управления стапеля, которая в свою очередь выдает сборщику инструкции о том, как выставить каждую из стоек, чтобы получить нужную конфигурацию будущего трубопровода. После этого начинается сборка самих трубопроводов.

“Стапель УСП-21 позволяет достичь точности позиционирования стоек до 0,1 мм, что существенно повышает точность сборки, – поясняет



Стапель для сборки трубопроводов УСП-21 на заводе «Авиастар-СП» позволяет вести сборку трубопроводов по электронным цифровым моделям

Илья Терехин. – Но главное его преимущество – в скорости выставления: конфигурацию на стандартный трубопровод можно выставить за 20–30 минут с нуля. Для сравнения, выставление по эталонам стоек УСП для сборки элементов трубопровода обычно занимает в среднем 2-3 часа”.

Четыре стапеля установлены на специально оборудованном участке в цехе 227. Для их установки потребовалось выполнить объем строительно-монтажных работ по подготовке площадей.

Новая технология сборки трубопроводов универсальна и не имеет ограничений в своем использовании. По словам Ильи Терехина, «Авиастар-СП» после отладки процесса будет готов производить на стапелях трубопроводы для всех воздушных судов, требуемых заказчиком. Пока

же весь спектр трубопроводов при внедрении оборудования в эксплуатацию охватить не удалось, работа по их освоению находится в стадии проб и ошибок. Она будет вестись планомерно в зависимости от потребности производства в трубопроводах.

## Инновации с воронежской пропиской

Опытно-промышленное производство композитной оснастки (ОППКО) Воронежского акционерного самолетостроительного общества (ВАСО) приступило к разработке и изготовлению оснастки для цеха композитного производства. Особая роль в развитии ОППКО отводится его роботизации.

“Преимущество роботизированного комплекса – в его боль-

шой гибкости с восемью степенями свободы, – рассказывает начальник производства ОППКО Руслан Плужников. – Проще говоря, “рука” робота очень подвижна и маневренна, что позволяет с высочайшей точностью обрабатывать поверхности форм как небольших, так и крупногабаритных мастер-моделей с очень сложным теоретическим контуром. Фрезерные работы такие работы прежде не выполняли, чему, кстати, были удивлены даже в компании, которая занимается их поставкой, монтажом и сервисным обслуживанием. Но мы выбрали модель осознанно – под обработку модельных пластиков, плит МДФ и конструкций из полимерно-композиционных материалов”.

На изготовленную с помощью робота форму выкладывается пакет из углепластиковой или стеклоткани, далее устанавливается двойной вакуумный мешок и производится пропитка связующим методом вакуумной инфузии. Используются при этом уникальные инфузионные установки с глубоким вакуумом, разработанные совместно с МГУ им. М. В. Ломоносова. После этого получается очень прочная форма выклейки. Затем цех подготовки производства ВАСО делает для нее каркас, и получается оснастка для промышленного производства самых разнообразных агрегатов из полимерных композиционных материалов для авиационной и космической промышленности. В ближайших планах ОППКО – изготовление каркаса собственными силами. Главное преимущество получаемой таким методом композитной оснастки перед стальной в том, что у нее те же показатели коэффициента линейного теплового расширения, что и у будущей композитной детали. Технология хоть и экспериментальная, но она успешно используется, например для изготовления носового обтекателя и створок шасси нового легкого военно-транспортного самолета Ил-112, законцовок крыла пассажирского лайнера Sukhoi Superjet 100 (SSJ100) и других изделий.

Роботизация должна сыграть важную роль в освоении и внедре-

нии новых технологий при изготовлении деталей и оснастки из полимерных композиционных материалов, а также в других направлениях производства. Что касается эффективности роботизированного комплекса, можно сказать, что при его использовании на данный момент на 30% сокращается использование ручного труда.

## Автоматические клепальные станки на службе у новосибирских авиастроителей

Автоматические клепальные станки продолжают успешно применяться в качестве современных “станков-роботов” на производстве гражданской авиационной техники Новосибирского авиационного завода им. В. П. Чкалова. Они установлены в цехе изготовления панелей фюзеляжа для самолета SSJ100.

В 2011 году в рамках проекта по созданию замкнутого производственного участка по изготовлению панелей фюзеляжа самолета SSJ100 на предприятии был создан цех 107. В нем началось освоение автоматической клепки с помощью введенного в эксплуатацию станка Broetje IPAC. В 2016 году по программе развития мощности производства SSJ100 запущен еще один аналогичный станок более современной модификации – Broetje MPAC.

Для автоматической клепки на новых станках был выбран самый сложный элемент самолета SSJ100 – верхняя панель отсека фюзеляжа Ф1, которая состоит из трех обшивок, имеет двойную кривизну, содержит большие фрезерованные детали (трехметровые шпангоуты), а все ее стрингеры изогнуты по теории. Клепку на такой панели было сложно производить вручную, тем более что это наружная, видимая поверхность (“нулевая” зона) самолета – требовалось высокое качество выполнения работы, для которой необходимы опытные, квалифицированные специалисты-клепальщики. Сейчас эта работа выполняется автоматическими станками, которые производят сам процесс клепки. Оператор станка задает программу и следит за процессом. Качество изготовленных панелей фюзеляжа с помощью таких станков значительно повысилось, исчезли утяжки, вмятины, забоины, которых трудно было избежать при ручном труде, – принцип работы станка не допускает этого. Кроме того, ресурс самолетов при автоматической клепке значительно больше, чем при ручной.

Процесс установки нового крупногабаритного оборудования в цехе был трудоемким. Для каждой машины изготавливался специальный фундамент. Установка первого станка – IPAC – потребовала много

времени, работы велись почти два года: был вырыт котлован глубиной 3 м, его залили цементом. После того как фундамент встал, был произведен монтаж и наладка оборудования. Конструкция второго станка – MPAC – включает в себя рельсовую систему, которая должна располагаться на специальном фундаменте, изготовление которого тоже потребовало немало ресурсов.

Для второго станка завод предъявил требование поставщику – создать программное обеспечение, которое конвертирует программы уже с функционирующего в цехе станка IPAC на новый станок MPAC. Программистам оставалось только завершить эту работу, и станок был готов к эксплуатации. Согласно программе выпуска отсеков SSJ100 в соответствии с требуемым производственным тактом в цехе довольно быстро и легко произошло разделение объемов работ, выполняемых на автоматическом оборудовании IPAC и MPAC.

**По материалам, предоставленным пресс-службой ПАО**

**“Объединенная авиастроительная корпорация” и редакцией журнала “Горизонты”**

**Фотографии:**

**Марина Лысцева, Игорь Стрюк, Светлана Артемьевских, Ксения Баурина**

## НОВОСТИ

### Fujitsu запускает платформу для Индустрии 4.0

Компания Fujitsu расширяет возможности своих решений для Промышленного Интернета вещей с помощью экосистемы INTELLIEDGE, которая включает самые современные возможности для обработки сетевых данных. Система Fujitsu INTELLIEDGE Edge Computing Appliance позволяет оптимизировать промышленные процессы Индустрии 4.0, безопасно соединяя данные и ресурсы с людьми и устройствами и устраняя разрыв между опе-

рационными технологиями (OT) на местах и локальными и облачными информационными технологиями.

Fujitsu выпускает решение INTELLIEDGE для управления OT-устройствами, что дает компаниям возможность получить полный контроль над всеми производственными процессами и добиться точного мониторинга и управления оптимизированными отдельными производственными линиями при цене, сопоставимой с массовым производством. Контролируемые с помощью консоли, которая размещается локально или в облачной

среде, промышленные системы INTELLIEDGE управляют сбором, контролем и активизацией больших объемов данных, создаваемых датчиками в OT-средах, включая производство, энергетику и нефтегазовую отрасль.

INTELLIEDGE управляет потоками данных между сетевой периферией и облаком, зачастую используя низкоскоростные подключения, для создания общего представления о текущей ситуации и управления целыми промышленными процессами – начиная с контроля каналов поставок и заканчивая системами за-

казов и производственными последовательностями. Для полностью цифровых производственных линий это позволяет получить представление обо всех процессах в режиме реального времени.

Спроектированные и произведенные в Германии системы Fujitsu INTELLIEDGE Edge Computing Appliance интегрированы с надежным, предварительно сконфигурированным аппаратным обеспечением, разработанным для надежной работы без технического обслуживания в удаленных местах и в промышленных средах.





24-я международная выставка-форум



# ЭНЕРГЕТИКА

13–15 ФЕВРАЛЯ • САМАРА

ВСТРЕЧА  
ЭНЕРГЕТИКОВ  
ПОВОЛЖЬЯ



**ЭКСПО-ВОЛГА**  
организатор выставок с 1986 г.

ул. Мичурина, 23а  
тел.: (846) 207-11-24  
[www.expo-volga.ru](http://www.expo-volga.ru)